

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-40384

(P2012-40384A)

(43) 公開日 平成24年3月1日 (2012. 3. 1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 18/12 (2006.01)	A 6 1 B 17/39	4 C 1 6 0
A 6 1 B 18/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/36 3 3 0	

審査請求 有 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2011-176680 (P2011-176680)	(71) 出願人	500390995
(22) 出願日	平成23年8月12日 (2011. 8. 12)		イマージョン コーポレーション
(31) 優先権主張番号	61/373, 009		I M M E R S I O N C O R P O R A T I O N
(32) 優先日	平成22年8月12日 (2010. 8. 12)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)		1 3 1 サンノゼ フォックス レーン
			8 0 1
		(74) 代理人	100094112
			弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100064447
			弁理士 岡部 正夫
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100107401
			弁理士 高橋 誠一郎

最終頁に続く

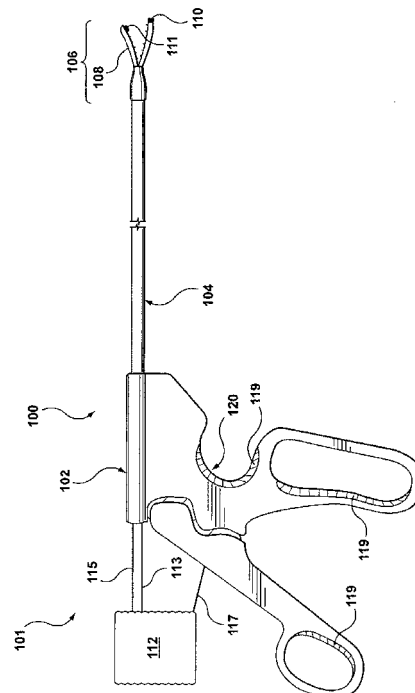
(54) 【発明の名称】 触覚フィードバックを有する電気外科用器具

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、外科処置に関する改善されたフィードバックを有する低侵襲性外科用器具を提供することである。

【解決手段】外科用器具システムであって、体内組織を加熱、切除、シール及び／又は切開する腹腔鏡外科用器具と、体内組織の処置中に体内組織のインピーダンスを監視する制御システムと、制御システムからの関連フィードバックを少なくとも触覚効果の形態でユーザーに生成する、上記器具のハンドルに組み込んだ触覚フィードバックシステムとを含む、外科用器具システム。触覚フィードバックは、体内組織特性の変化、すなわち、体内組織のインピーダンスが治療処置が完了したことを示すと器具のユーザーに警告する。加えて、与えられる触覚フィードバックは、制御システムの動作状態に関する情報をユーザーに提供することができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外科用器具であって、
ハンドルと、

該器具の遠位部に取り付けられた、体内組織を切除するように動作可能な電氣的な体内組織接触要素であって、前記遠位部はシャフトを介して前記ハンドルに接続されている、電氣的な体内組織接触要素と、

前記体内組織接触要素に電氣的に接続されている電源と、

前記体内組織接触要素に電氣的に接続されているインピーダンスアナライザーであって、前記体内組織接触要素からインピーダンス測定信号を受け取り、体内組織インピーダンスを算出する、インピーダンスアナライザーと、

前記インピーダンスアナライザーに電氣的に接続されている触覚マッピングロジックであって、前記インピーダンスアナライザーから算出されたインピーダンス情報を受け取り、該情報を処理して信号コマンドにする、触覚マッピングロジックと、

前記ハンドルに連結されていると共に前記触覚マッピングロジックに電氣的に接続されている 1 つ又は複数の触覚アクチュエーターを含むフィードバックシステムであって、前記触覚マッピングロジックは前記信号コマンドを該フィードバックシステムに伝達し、該フィードバックシステムは前記信号コマンドを用いて、前記算出されたインピーダンス情報に関する触覚フィードバックを前記ハンドルに生成する、フィードバックシステムと、を含む、外科用器具。

【請求項 2】

前記フィードバックシステムが生成する前記触覚フィードバックは、貫壁性の傷の形成をユーザーに知らせる、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 3】

前記貫壁性の傷の形成は、およそ 10 オームの体内組織インピーダンス変化に関連付けることができる、請求項 2 に記載の外科用器具。

【請求項 4】

前記フィードバックシステムは、前記貫壁性の傷の形成時に、振動触覚又は運動感覚の警告を発生させる、請求項 2 に記載の外科用器具。

【請求項 5】

前記フィードバックシステムが生成する前記触覚フィードバックは、前記電源の動作パラメーターをユーザーに知らせる、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 6】

前記動作パラメーターは、周波数設定及び振幅設定の少なくとも一方を含む、請求項 4 に記載の外科用器具。

【請求項 7】

前記触覚マッピングロジックは、信号コマンドを前記電源にさらに伝達する、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 8】

前記触覚マッピングロジックは、貫壁性の傷の形成時に、前記信号コマンドを出力して前記電源を遮断する、請求項 7 に記載の外科用器具。

【請求項 9】

前記フィードバックシステムが生成する前記触覚フィードバックは、振動フィードバック、運動感覚フィードバック、テクスチャーフィードバック及び熱フィードバックの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 10】

前記フィードバックシステムは前記信号コマンドを用いて、前記算出されたインピーダンス情報に関する聴覚フィードバック又は視覚フィードバックをさらに生成する、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 11】

前記フィードバックシステムは、フィードバックを連続的に与えるように動作可能である、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 2】

前記フィードバックシステムは、特定の条件が満たされると前記ユーザーに知らせる警告としてフィードバックを与えるように動作可能である、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 3】

前記体内組織接触要素は高周波電極であり、前記電源は高周波発生器である、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 4】

前記電源、前記インピーダンスアナライザー及び前記触覚マッピングロジックを組み合わせ、前記外科用器具から離隔した一体の外部構成部材にする、請求項 1 に記載の外科用器具。

10

【請求項 1 5】

前記電源、前記インピーダンスアナライザー及び前記触覚マッピングロジックのうちの少なくとも 1 つは、前記ハンドル内又は前記ハンドルに取り付けられる、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 6】

前記触覚マッピングロジックはルックアップテーブルを用い、前記算出されたインピーダンス情報を処理して信号コマンドにする、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 7】

20

前記触覚マッピングロジックはアルゴリズムを用い、前記算出されたインピーダンス情報を処理して信号コマンドにする、請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 1 8】

切除外科処置時にフィードバックをユーザーに与える方法であって、
外科用器具の遠位部に取り付けられた高周波電極を介して、前記切除外科処置時に体内組織のインピーダンスを監視するステップと、
前記インピーダンス情報を処理し、貫壁性の傷の形成を判断するステップと、
触覚フィードバックを前記外科用器具のハンドルに伝達するステップであって、該触覚フィードバックは前記貫壁性の傷の形成をユーザーに知らせる、伝達するステップと、
を含む、方法。

30

【請求項 1 9】

動作パラメーターに関する触覚フィードバックを前記外科用器具の前記ハンドルに伝達するステップをさらに含む、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記触覚フィードバックは、振動フィードバック、運動感覚フィードバック、テクスチャーフィードバック及び熱フィードバックのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 1】

外科用装置であって、
遠位部に体内組織接触要素が取り付けられている外科用器具と、
前記体内組織接触要素に電氣的に接続されている制御システムであって、前記体内組織接触要素からインピーダンス測定信号を受け取り、体内組織インピーダンスを算出し、かつ、該算出したインピーダンス情報を処理して信号コマンドにする、制御システムと、
前記外科用器具のハンドルに連結されると共にコントローラーに電氣的に接続されている 1 つ又は複数の触覚アクチュエーターを含むフィードバックシステムであって、前記制御システムは、前記信号コマンドを該フィードバックシステムに伝達し、該フィードバックシステムは前記信号コマンドを用いて、触覚フィードバックを前記ハンドルに生成する、フィードバックシステムと、
を含む、外科用装置。

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は包括的に、体内組織を処置する外科用器具であって、体内組織の処置に関する情報を処理し、統合された1つ又は複数のフィードバックモードでユーザーに、該器具のハンドルに表す、外科用器具に関する。

【0002】

[関連出願の相互参照]

本願は、2010年8月12日に出願された米国特許出願第61/373,009号(その全体が参照により本明細書に援用される)の利益を主張する。

【背景技術】

10

【0003】

外科医が内臓器官にアクセスするために患者の皮膚に比較的大きな切開部を切り込む開腹手術とは対照的に、低侵襲性外科処置は、比較的小さな切開部を作り、次いでこの切開部を通じて器具を挿入してそれらの器官にアクセスすることによって行われる。通常、低侵襲性手術は結果として、入院期間がより短く、治療要件が減り、痛みが少なく、傷跡が小さく、かつ、合併症がより少ない。

【0004】

小さな切開部を伴う低侵襲性外科処置は、開腹手術よりも多くの利点を有しているが、依然として外科医に課題をもたらす可能性がある。例えば、外科医は通常、患者の内臓器官を見て器具の動き及び操作がどの程度それらの器官に作用しているかを確かめるために、切開部を通じて導入される小型カメラに頼らねばならない。このカメラは画像をビジュアルディスプレイへ送信し、外科医が内臓器官及び体内組織を見ることが、並びにそれらの器官及び体内組織に対する他の低侵襲器具の作用を確かめることを可能にするものである。このように、外科医は、腹腔鏡手術、切開、焼灼、内視鏡検査、遠隔手術等を行うことができる。

20

【0005】

しかしながら、開腹手術と比較して、低侵襲性手術は、視覚及び触覚による知覚に限界があり、このタイプの手術に固有の課題をもたらす。主要な懸念事項の1つは、力の不適切な使用又はエネルギー/熱の過剰な印加が場合によって引き起こす体内組織損傷の可能性である。例えば、電気外科用器具は高周波電流により体内組織を刺激することによって動作する。電流の周波数が器具の作用を制御し、この作用には加熱、切除/焼灼、シール及び/又は切開が含まれ得る。低侵襲性処置では、外科医は、体内組織を切開、シール、切除するときを、又は他の変化が体内組織内に生じたときを判断するのに経験及び間接的な視覚化に頼らねばならない。上記に基づき、改善された低侵襲性外科用器具が必要とされており、特に、外科処置に関する改善されたフィードバックを有する低侵襲性外科用器具が必要とされている。

30

【発明の概要】

【0006】

本発明の目的の1つは、改善された低侵襲性外科用器具を提供すること、特に、外科処置に関する改善されたフィードバックを有する低侵襲性外科用器具を提供することである。

40

【0007】

本発明の一態様によれば、外科用器具であって、
ハンドルと、

該器具の遠位部に取り付けられた、体内組織を切除するように動作可能な電氣的な体内組織接触要素であって、前記遠位部はシャフトを介してハンドルに接続されている、電氣的な体内組織接触要素と、

体内組織接触要素に電氣的に接続されている電源と、

体内組織接触要素に電氣的に接続されているインピーダンスアナライザーであって、体内組織接触要素からインピーダンス測定信号を受け取り、体内組織インピーダンスを算出

50

する、インピーダンスアナライザーと、

インピーダンスアナライザーに電氣的に接続されている触覚マッピングロジックであって、インピーダンスアナライザーから算出されたインピーダンス情報を受け取り、該情報を処理して信号コマンドにする、触覚マッピングロジックと、

ハンドルに連結されていると共に触覚マッピングロジックに電氣的に接続されている１つ又は複数の触覚アクチュエーターを含むフィードバックシステムであって、触覚マッピングロジックは前記信号コマンドをフィードバックシステムに伝達し、フィードバックシステムは前記信号コマンドを用いて、前記算出されたインピーダンス情報に関する触覚フィードバックをハンドルに生成する、フィードバックシステムと、
を含む、外科用器具が提供される。

10

【０００８】

本発明の一態様によれば、切除外科処置時にフィードバックをユーザーに与える方法が提供される。この方法は、

外科用器具の遠位部に取り付けられた高周波電極を介して、切除外科処置時に体内組織のインピーダンスを監視するステップ、

インピーダンス情報を処理し、貫壁性の傷の形成を判断するステップ、及び

触覚フィードバックを前記外科用器具のハンドルに伝達するステップであって、該触覚フィードバックは前記貫壁性の傷の形成をユーザーに知らせる、伝達するステップ、を含む。

20

【０００９】

本発明の一態様によれば、外科用装置であって、

遠位部に体内組織接触要素が取り付けられている外科用器具と、

体内組織接触要素に電氣的に接続されている制御システムであって、体内組織接触要素からインピーダンス測定信号を受け取り、体内組織インピーダンスを算出し、かつ、該算出したインピーダンス情報を処理して信号コマンドにする、制御システムと、

前記外科用器具のハンドルに連結されると共にコントローラーに電氣的に接続されている１つ又は複数の触覚アクチュエーターを含むフィードバックシステムであって、前記制御システムは、前記信号コマンドを該フィードバックシステムに伝達し、該フィードバックシステムは前記信号コマンドを用いて、触覚フィードバックを前記ハンドルに生成する、フィードバックシステムと、

30

を含む、外科用装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の一実施形態による、腹腔鏡外科用器具を含む外科用器具システム及び外部制御システムの側面図である。

【図２】図１の外科用器具システムのブロック図である。

【図３】本発明の一実施形態による、触覚フィードバック機構及び聴覚フィードバック機構を有する外科用器具システムの側面図である。

【図４】本発明の別の実施形態による、触覚フィードバック機構、聴覚フィードバック機構及び視覚フィードバック機構を有する外科用器具システムの側面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【００１１】

本発明の上記の特徴及び利点並びに他の特徴及び利点は、添付の図面に示されているような本発明の実施形態の以下の説明から明らかとなるであろう。本明細書に組み込まれていると共に本明細書の一部をなす添付の図面はさらに、本発明の原理を説明すると共に関連技術の当業者が本発明を作製及び利用することを可能にする役割を果たす。図面は一定の縮尺ではない。

【００１２】

ここで、本発明の具体的な実施形態を、図を参照しながら説明し、図中、同様の参照符号は同一であるか又は機能上同様の要素を示す。用語「遠位」及び「近位」は以下の記載

50

において、処置を行う臨床医に対する位置又は方向に対して用いられる。「遠位」又は「遠位方向に」は、臨床医から遠い位置であるか又は臨床医から離れた方向にある。「近位」及び「近位方向に」は、臨床医に近い位置であるか又は臨床医に向かう方向にある。

【 0 0 1 3 】

以下の詳細な説明は本質的に例示にすぎず、本発明又は本発明の用途及び使用を限定することを意図しない。さらに、前掲の技術分野、背景、概説又は以下の詳細な説明において提示されている、明示又は示唆されたいかなる理論によっても束縛する意図はない。

【 0 0 1 4 】

本発明の実施形態は、体内組織を加熱、切除／焼灼、シール、及び／又は切開する腹腔鏡外科用器具 1 0 0 と、体内組織の処置中に体内組織のインピーダンスを監視する制御システム 1 1 2 と、制御システム 1 1 2 からの関連のフィードバックを少なくともユーザーに対する触覚効果の形態で生成する、上記器具 1 0 0 に組み込んだ触覚フィードバックシステム 1 2 0 とを備える、外科用器具システム 1 0 1 に関する。フィードバックシステム 1 2 0 が与える触覚フィードバックは、体内組織特性の変化、すなわち、体内組織のインピーダンスが治療処置が完了したことを示すと器具のユーザーに警告する。加えて、より詳細に本明細書において説明するように、フィードバックシステム 1 2 0 が与える触覚フィードバックは、制御システム 1 1 2 の動作状態に関する情報をユーザーに提供することができる。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、例示的な外科用器具システム 1 0 1 の一実施形態を示す。この実施形態では、外科用器具 1 0 0 は、トロカール又は他の低侵襲性アクセスポートを通じて挿入されるように構成される腹腔鏡器具として示されている。外科用器具 1 0 0 は、ハンドル 1 0 2 と、シャフト 1 0 4 と、遠位部 1 0 6 とを備える。遠位部 1 0 6 は先端 1 0 8 を備える。図示のように、先端 1 0 8 はグラスパー又はグリッパーである。しかしながら、遠位部 1 0 6 は任意の適した機能性を有する任意の適したタイプの先端を備えることができることを理解されたい。一般に器具 1 0 0 のような腹腔鏡器具は通常、それぞれが様々な機能（例えば、グリッパー／グラスパー、鉗、クリップアプライヤー、フック焼灼器等）を有すると共に、CO₂ が漏れないためのゴムシール付きの中空管であるトロカールを通じて外科医により腹部又は身体他の部分に導入することができる、薄型器械である。

【 0 0 1 6 】

シャフト 1 0 4 は、ハンドル 1 0 2 を遠位部 1 0 6 に接続すると共に遠位部 1 0 6 にハンドル 1 0 2 の機械的な作用を伝達するように設計されている。より詳細には、ハンドル 1 0 2 の動きにより、ハンドル 1 0 2 からグラスパーの先端 1 0 8 に延びる機械的な内部コネクタ（不図示）を介してグラスパーの先端 1 0 8 が開閉する。図 1 の実施形態の幾つかの例によれば、シャフト 1 0 4 の長さは約 2 0 c m 乃至 3 0 c m とすることができ、先端 1 0 8 の長さは約 1 0 m m 乃至 1 5 m m とすることができる。加えて、シャフト 1 0 4 の直径は通常 5 m m であるが、3 m m、1 0 m m 及び 1 2 m m の直径を有する器具も一般的に用いられる。ハンドル 1 0 2 を操作することによって、術者は遠位部 1 0 6 を患者の腹部に挿入すると共に、遠位部 1 0 6 の先端 1 0 8 を制御することができる。

【 0 0 1 7 】

外科用器具 1 0 0 は、先端 1 0 8 に連結されていると共に機械的に一体化されている少なくとも 1 つの電氣的な体内組織接触要素 1 1 0 を備える。体内組織接触要素 1 1 0 は、制御システム 1 1 2 の電源 1 1 4 から供給された熱を体内組織に印加することが可能である。一実施形態では、体内組織接触要素 1 1 0 は、体内組織を加熱、切除、シール及び／又は切開する高周波（RadioFrequency：R F）電極であり、電源 1 1 4 は高周波（R F）発生器である。R F 電極は、平坦な電極、リング電極、フック電極又はドーム形電極が挙げられるがこれらに限定されない、体内組織内の切除傷を創傷することが可能な任意の適した構成を有することができる。体内組織接触要素 1 1 0 は、図 1 に示されるようなグラスパーの遠位端、図 3 に示されるようなグラスパーの底面又は外表面、図 4 に示されるようなグラスパーの顎部内の内表面、又はグラスパーの適切と見なされる任意の他の箇所に

連結されることができる。遠位部 106 が挿入されると、外科医はハンドル 102 を操作して、体内組織接触要素 110 が患者の特定領域に接触することができるように先端 108 の場所及び向きを制御することができる。

【0018】

本発明の実施形態は、体内組織を加熱、切除、シール及び／又は切開する高周波（RF）電極と、電極にエネルギーを供給する高周波（RF）発生器とを有する電気外科用器具に関して説明している。しかしながら、電源 114 が、電気エネルギー、超音波エネルギー、低温切除エネルギー等を含む、体内組織を加熱又は切除する他のタイプのエネルギーを生成することができることは、当業者によって理解されるべきであり、各場合に、体内組織接触要素 110 は、そのタイプのエネルギーを体内組織に印加するのに適した対応する構成部材である。さらに、制御システム 112 は、代替的なタイプのエネルギーと共に用いられる場合、治療処置が完了したときを示すインピーダンスではなく、他の適した体内組織特性、システム特性、及び／又は、動作特性を監視することができる。

【0019】

外科用器具 100 は、体内組織接触要素又は RF 電極 110 とは別個に配置される共通の参照電極 111 又は不図示の参照電極 111 をさらに備える。図示のように、外科用器具 100 は双極器具であり、RF 電源 114 と、電極 110 及び 111 と、電極 110 及び 111 間にわたる体内組織との間に、完全な電気回路が形成され、電極 110 及び 111 間の体内組織は、より詳細に本明細書において記載するように、監視されて体内組織変化を示すことができる回路内インピーダンスを有する。

【0020】

参照電極 111 は、先端 108 の、RF 電極 110 から離隔した場所に連結されると共に機械的に一体化されることができる。しかしながら、当業者には明らかであるように、外科用器具 100 は、参照電極が患者の身体（不図示）の外部に位置付け可能な皮膚パッチ電極又は接地板である単極器具とすることができる。単極性の実施形態では、電流及び／又は電圧は、電源 114 から体内組織接触要素 110 を介して患者の外部の接地板又は参照電極に流れる。そのようなものとして器具 100 は体内組織接触要素 110 を 1 つだけ有して示されているが、当業者には、複数の体内組織接触要素を器具 100 の遠位端に連結することができることが明らかであろう。同じ電流及び／又は電圧が、各体内組織接触要素を通して患者の外部の接地板又は参照電極 111 に流れる。

【0021】

電極 110、111 は、シャフト 104 の少なくとも 1 つの内腔（不図示）を通して延びる 2 本の導電性リード線 113、115 をそれぞれ介して制御システム 112 に電氣的に接続されている。電極 110、111 は、任意の適した手段によって 2 本の導電性リード線の遠位端に止着されることができる。例えば、電極は、溶接、はんだ付け、導電性接着剤の使用、該電極間への接続要素の追加、又は別の機械的な方法により、取着することができる。2 本のリード線 113、115 がシャフト 104 を通して延びて示されているが、当業者には、体内組織接触要素 110 及び参照電極 111 が器具 100 の遠位部 106 に一体化されている双極器具の場合にしか、2 本のリード線が必要とされないことが理解されるであろう。逆に、単極器具では、外部リード線又はアース線を患者の外部の接地板又は参照電極に接続しつつ、制御システム 112 を 1 つ又は複数の体内組織接触要素に接続するようにシャフト 104 を通して延びる必要があるのは 1 本のリード線だけである。

【0022】

図 2 は、外科用器具システム 101 の主要な構成部材間の関係をさらに示す、外科用器具システム 101 のブロック図である。より詳細には、制御システム 112 が、電源 114 と、RF 電極 110 及び参照電極 111 間の電気インピーダンスを連続的に測定するインピーダンスアナライザー 116 と、インピーダンスアナライザー 116 からのインピーダンス情報を処理して触覚フィードバック信号又は触覚フィードバックコマンドにするように構成されたコントローラー又は触覚マッピングロジック 118 と、を含む。

【 0 0 2 3 】

触覚フィードバック信号は、制御システム 1 1 2 から器具 1 0 0 のハンドル 1 0 2 の触覚フィードバックシステム 1 2 0 に伝達される。リード線 1 1 3 が、R F 電極 1 1 0 に R F 電力を供給するために電源 1 1 4 と R F 電極 1 1 0 を電氣的に接続し、リード線 1 1 5 が、インピーダンスアナライザー 1 1 6 と参照電極 1 1 1 を電氣的に接続して電極 1 1 0 、 1 1 1 間のインピーダンス測定値を伝達し、これは好ましくは、より詳細に本明細書に記載するようにインピーダンス測定能力を含む。第 3 のリード線又はテザー 1 1 7 が、触覚マッピングロジック 1 1 8 を器具 1 0 0 のハンドル 1 0 2 の触覚フィードバックシステム 1 2 0 に電氣的に接続して触覚フィードバックシステム 1 2 0 への触覚効果を制御するか又は起動させる。また、第 4 のリード線（不図示）を制御システム 1 1 2 とハンドル 1 0 2 との間に設けることで、ハンドル 1 0 2 内に配置された低電圧アクチュエーター回路用の分離したアース線（より詳細に本明細書において記載される）を提供することもできる。

10

【 0 0 2 4 】

一実施形態では、電源 1 1 4 、インピーダンスアナライザー 1 1 6 及び触覚マッピングロジック 1 1 8 が組み合わされて一体の外部構成部材となり、この一体の外部構成部材は、外科用器具 1 0 0 とは分離しており、内部ワイヤー又は外部ワイヤーを介して電極 1 1 0 、 1 1 1 及び触覚フィードバックシステム 1 2 0 に電氣的に接続される。別の言い方をすれば、制御システム 1 1 2 の構成部材は全て、同じ外部計装ユニット内にあるものとすることができる。しかしながら、別の実施形態では、電源 1 1 4 、インピーダンスアナライザー 1 1 6 及び / 又は触覚マッピングロジック 1 1 8 は、共に電氣的に接続される別個の外部構成部材とすることができる。さらに別の実施形態では、電源 1 1 4 、インピーダンスアナライザー 1 1 6 及び触覚マッピングロジック 1 1 8 のうちの 1 つ又は複数は、外科用器具 1 0 0 のハンドル 1 0 2 内又はハンドル 1 0 2 に取り付けることができ、内部ワイヤーのみを介して電極 1 1 0 、 1 1 1 及び触覚フィードバックシステム 1 2 0 に電氣的に接続される。

20

【 0 0 2 5 】

電源 1 1 4 は、体内組織を加熱、切除、シール及び / 又は切開するのに十分な電流を生成する。電流は交流であり、所望に応じて体内組織を加熱、切除、シール及び / 又は切開するのに任意の適した電力レベル及び周波数を有することができる。一実施形態では、電源 1 1 4 は、1 0 0 W 乃至 2 0 0 W の間の高出力を供給することが可能な、Pfizer Valley Lab 社（コロラド州、ボルダー市所在）製の R F 電力発生器とすることができる。例えば、電源 1 1 4 は、切除用に 5 0 k H z で 1 0 0 W を生成することができるが、その周波数及び電力は処置中、切除、焼灼、体内組織特異性等を可能にするように変えることができる。加えて、電源 1 1 4 はリード線 1 1 0 を介して害のない電流を生成して、以下にさらに詳細に説明するようにインピーダンス測定を可能にする。電流は交流（Alternating Current : A C ）であり、選択された交番周波数は、1 k H z 乃至 5 0 0 k H z の範囲内又は生体電気インピーダンスの技術分野における当業者に既知の他の適した周波数内にあるものとすることができる。例えば、5 0 k H z で 2 マイクロアンペアの電流を用いることができる。

30

40

【 0 0 2 6 】

電源 1 1 4 及びインピーダンスアナライザー 1 1 6 は、目標体内組織のインピーダンスをリアルタイムで連続的に測定するために共に作用する。リアルタイムのインピーダンス測定により、加熱、切除、シール又は切開の処置の完全性、すなわち貫壁性の程度をユーザーが測ることが可能となる。具体的には、切除は、体内組織の基本構造は無傷のままで切除部位の細胞を殺すことを目的とし、体内組織の厚みを貫通する貫壁性の傷は、非導電性の瘢痕組織であるため、電気信号を阻止する。傷が電気信号を阻止することができることは、体内組織のインピーダンスを監視することによって正確に示されることができ、このインピーダンスは傷の創傷と同時に測定することができる。したがって、インピーダンスを監視して、切除が完了して貫壁性となったときを示すことができる。切除部位にお

50

る又は切除部位に隣接したインピーダンスの監視、及び処置の完全性の判断は、任意の判定基準に従って判断することができる。例えば、電気インピーダンスの特定の値の検出が、Struhl他への米国特許第5,540,681号に開示されており、貫壁性の指標としての電極部位の電気インピーダンスの所望の低下の検出が、Marchlinski他への米国特許第5,562,721号に開示されており、インピーダンスの上昇又はインピーダンスの低下後のインピーダンスの上昇の検出が、Yatesへ発行された米国特許第5,558,671号及びHasslerへ発行された米国特許第5,540,684号に開示されており、所望の時間期間にわたって若しくは連続したインピーダンス測定の規定回数にわたって比較的一定である一連のインピーダンス測定値の検出、又は、貫壁性の指標としてのインピーダンスの急峻な上昇の検出が、Francischelli他への米国特許公開第2005/0090815号に開示されており、これらの開示はそれぞれ、それらの全体が参照により本明細書に援用される。

10

【0027】

器具100が、体内組織接触要素110を介して体内組織を加熱、切除、シール又は切開するとき、電源114が、制御システム112及び電極110、111間にそれぞれ延びる2本の導電性リード線113、115を介して、電極110、111間にAC電流を生成する。電流が流れている間、インピーダンスアナライザー116は、2本の導電性リード線113、115を介して電極110、111間の対応する抵抗を測定する。次いで、インピーダンスアナライザー116は、抵抗をインピーダンス測定値に算術的に変換する。インピーダンスを測定するために、インピーダンスアナライザー116は、電極110、111から得られたインピーダンス情報を分析及び格納するように構成された、マイクロプロセッサ等の論理リソースを含むことができる。例えば、インピーダンスアナライザー116は、電圧-電流変換回路、増幅回路、A/D変換回路及びインピーダンス算術演算部を含むことができる。

20

【0028】

したがって、切除電極間の、又は代替的に米国特許第5,558,671号（その全体が参照により本明細書に援用される）において記載されているような切除電極に隣接して配置されている追加電極（不図示）間のインピーダンスを測定することができる。さらに別の実施形態では、RF発生器に内蔵されたインピーダンスアナライザー116を介して、電極110、111間のインピーダンスを測定することができ、加えて、加熱、切除、シール及び/又は切開時の体内組織特性を監視するように第2の追加のセンサーを切除電極に隣接して配置することができる。第2のセンサーからの測定値を用いて、インピーダンスアナライザー116が生成するインピーダンス測定値を強化するか、又は該インピーダンス測定値の代わりとすることができる。

30

【0029】

制御システム112は、特定のアルゴリズム及び術者の選択に応じて、電極110、111から得られたインピーダンス情報を処理するコントローラー又は触覚マッピングロジック118をさらに含む。触覚マッピングロジック118は汎用又は専用の処理デバイス又はマイクロコントローラーとすることができる。一実施形態では、触覚マッピングロジック118はデータ及び/又は命令を格納するメモリーデバイス（不図示）に関連付けることができる。メモリーデバイスは、ランダムアクセスメモリー（RAM）又はリードオンリーメモリー（ROM）のような、任意のタイプのストレージデバイス又はコンピューター可読媒体とすることができる。メモリーデバイスは、触覚マッピングロジック118が実行する論理的な命令、コマンド及び/又はコードを格納する。メモリーデバイスは制御システム112の内部に配置されることもできるか、又は内部メモリーと外部メモリーの任意の組合せとすることもできる。別の実施形態では、離散的な論理回路、特定用途向け集積回路（Application Specific Integrated Circuit: ASIC）、プログラマブルゲートアレイ（PGA）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）等又はそれらの任意の組合せを用いて、論理的な命令、コマンド及び/又はコードをハードウェアに実装して触覚マッピングロジック118に組み込むことができる。さらに別の実施形態

40

50

では、論理的な命令、コマンド及び／又はコードを、触覚マッピングロジック 118 のハードウェアと、メモリー内に格納されているソフトウェア／ファームウェアとの双方に実装することができる。

【0030】

触覚マッピングロジック 118 は、感知／算出されたインピーダンス値を触覚フィードバック信号又はコマンドにマッピングするように構成されている。マッピングはファンクションテーブル若しくはルックアップテーブルを含むことができるか、又は、より複雑なアルゴリズム、必要であれば、有限状態機械を含むことができる。触覚マッピングロジック 118 は、感知／算出されたインピーダンス値に応じて、どのような触覚効果を行うべきであるのかを、また、それらの効果を行う順を決定する。触覚マッピングロジック 118 は、処置を行うときに、ハンドル 102 に連結されている触覚フィードバックシステム 120 に制御信号を出力してフィードバック情報を術者に提供する。一般に、特定の触覚効果を決定する高レベルのパラメーターは、強度、周波数及び持続時間を含む。パルス幅変調のような低レベルのパラメーターも、特定の触覚効果を決定するのに用いることができる。

10

【0031】

一実施形態では、貫壁性の傷の形成を 10 オームのインピーダンス変化に関連付けることができる。対応するルックアップテーブルを以下のように表すことができる：

【0032】

【表 1】

20

インピーダンス変化（オーム）	触覚振幅（V）
0	0
2	0
4	0
6	1
8	2, 5
10	5

【0033】

30

上記の例は、感知／算出されたインピーダンス値を触覚フィードバック信号又は触覚フィードバックコマンドにマッピングするための、かつ、傷が形成されるにつれて増加するフィードバックを外科医に与えるための、簡単で複雑でないルックアップテーブル又はファンクションテーブルを有している。他のルックアップ機能が可能であり、ユーザーにより選択可能であることができ、かつ／又は他のタイプの情報を触覚効果の形態でユーザーに伝達するのに用いることができる。伝達することができる他のタイプの情報は、より詳細に本明細書に記載するように、例えば RF 発生器の周波数又は電力の設定等であるがこれらに限定されない、制御システム 112 の動作パラメーターを含む。

【0034】

40

触覚フィードバックシステム 120 は、少なくともアクチュエーター駆動回路 122（図 2 に示す）を含み、アクチュエーター駆動回路 122 は、術者に触覚フィードバックを与えるように触覚アクチュエーター 124（同様に図 2 のように示す）に連結される。術者にフィードバックを与えるために、触覚フィードバックシステム 120 が制御システム 112 に電氣的に接続される。一実施形態では、触覚マッピングロジック 118 から触覚アクチュエーター 124 にコマンドを伝達するために、インピーダンスアナライザー 116 が、モーター電圧をリード線又はテザー 117 に沿って器具 100 のハンドル 102 に供給する。したがって、触覚マッピングロジック 118 が制御信号を駆動回路 122 に出力し、該駆動回路は、所望の触覚効果を生じさせるのに所要の電流及び電圧を触覚アクチュエーター 124 に供給するのに用いられる電子構成部品及び回路部を含む。上述したように、第 4 のリード線（不図示）を制御システム 112 とハンドル 102 との間に設ける

50

ことで、２本の導体を有する分離したＤＣ電圧線を介して触覚マッピングロジック１１８が触覚フィードバックシステム１２０とやりとりするようにハンドル１０２の駆動回路１２２用の分離したアース線を提供することができる。一実施形態では、触覚アクチュエーター１２４は、触覚フィードバックのためにハンドル１０２に振動を発生させる振動触覚デバイスである。運動感覚フィードバック（例えば、アクティブな抵抗力フィードバック）、ハンドルの変形、並びに／又はテクスチャー及び熱等の他のタイプの触覚フィードバックを含む他のタイプの触覚フィードバックを生成してユーザーに与えることができる。

【００３５】

図１に示すように、複数の触覚アクチュエーターをハンドル１０２の幾つかの場所１１９に組み込んで外科医の親指及びそれ以外の指に触覚効果を与えることができる。触覚アクチュエーター１２４は、電磁モーター、偏心質量体がモーターによって動く偏心回転質量体（Eccentric Rotating Mass：ＥＲＭ）アクチュエーター、ばねに取着された質量体が前後に駆動されるリニア共振アクチュエーター（Linear Resonant Actuator：ＬＲＡ）、形状記憶合金、信号に応答して変形する電気活性ポリマー、剛性を変える機構、振動触覚アクチュエーター、慣性アクチュエーター、圧電アクチュエーター又は他の適したタイプの作動デバイスを含むことができる。一実施形態では、触覚アクチュエーター１２４は慣性アクチュエーターとして実装されて術者に振動触覚フィードバックを与えることができる。別の実施形態では、運動感覚触覚フィードバックは例えば、ハンドル１０２の剛性／減衰を変えるソレノイド、ハンドル１０２のサイズを変更する小型のエアーバッグ、又は形状変更材料を用いることができる。本明細書における使用に適したあり得る触覚アクチュエーターの詳細な説明は、２００７年９月２８日に出願された米国特許出願第１１／８６２，６３９号（代理人整理番号ＩＭＭ２７４）（その全体は参照により本明細書に援用される）において見い出すことができる。

【００３６】

一実施形態では、触覚フィードバックシステム１２０は、体内組織特性の変化、すなわち、体内組織のインピーダンスが治療処置が完了したことを示すと器具のユーザーに警告する。例えば、触覚フィードバックシステム１２０が与える触覚効果は、インピーダンスが目標インピーダンス値に近づくにつれて、体内組織が目標インピーダンス値若しくは所定のインピーダンス値及び／又はハンドル１０２のトリガーの運動感覚障壁に達したときの振動触覚警告を含むことができる。

【００３７】

別の実施形態では、触覚フィードバックシステム１２０は制御システム１１２の動作状態に関する情報をユーザーに提供し、かつ／又は器具の挙動を制御するのに用いることができる。例えば、触覚フィードバックシステム１２０が与える触覚効果は、電源１１４の状態に関する情報を提供することができる。例えば、ＲＦ発生器／電源１１４の周波数及び振幅の設定をマッピングして一組の振動触覚警告にすることで、発生器が或る特定のモードで動作していることをユーザーに確認させることができる。したがって、外科医は、電気外科作業に従事する前に器具１００が適正な動作モードにあることを「感じる」ことができる。さらに、振動触覚フィードバックは、外科処置時にＲＦ発生器の周波数及び振幅のレベルの変更に基づき、様々であることができるか又は動的とすることができる。振動触覚フィードバックの変動は振幅、周波数及び／又は持続時間の变化とすることができる。

【００３８】

さらに別の実施形態では、触覚マッピングロジック１１８は電源１１４にコマンド信号を出力することができる。例えば、切除が完了したことを体内組織のインピーダンスが示すと、触覚マッピングロジック１１８は、電源１１４を遮断するためのコマンド信号を出力することができる、それによって、体内組織へのさらなるエネルギーの送達を防止すると共に器具１００の挙動を制御する。

【００３９】

図３を参照すると、術者のための２つのタイプ又はモードのフィードバックを組み込んだ

だ実施形態が示されている。具体的には、触覚フィードバックシステム 320 は、触覚アクチュエーター 124 及び聴覚デバイス又はスピーカー 326 を介して、触覚フィードバック及び聴覚フィードバックの双方を与える。触覚アクチュエーター 124 及び聴覚デバイス 326 であるこれらのフィードバック機構のうちのどの機構を動作可能にし、それらをそのそれぞれの出力を供給するようにいかに制御するのかに従って、触覚マッピングロジック 118 は、処理した情報を触覚アクチュエーター 124 及び聴覚デバイス 326 の 1 つ又は複数に伝達する。

【0040】

一実施形態では、術者が外科手術を行うときにフィードバックを術者に連続的に与えることができる。別の実施形態では、特定の条件が満たされたときに術者に知らせるか又は警報する警告としてフィードバックを術者に与えることができる。さらに、或るタイプのフィードバックを、別のタイプのフィードバックを警告として与えながら連続的に与えることができる。例えば、触覚フィードバックを警告として術者に与えながら、聴覚フィードバックを術者に連続的に与えることができる。連続的な聴覚フィードバックは、測定 / 算出されたインピーダンス値の間隔を術者に知らせることができ、切除が完了して貫壁性となっていることを測定 / 算出されたインピーダンス値が示すと、触覚警告を発生させることができる。

【0041】

図 4 を参照すると、術者のための 3 つのタイプ又はモードのフィードバックを組み込んだ実施形態が示されている。具体的には、触覚フィードバックシステム 420 は、触覚アクチュエーター 124、聴覚デバイス又はスピーカー 326 及び視覚ディスプレイ 428 をそれぞれ介して、触覚フィードバック、聴覚フィードバック及び視覚フィードバックを与える。触覚アクチュエーター 124、聴覚デバイス 326 及び視覚ディスプレイ 428 であるこれらのフィードバック機構のうちのどの機構を動作可能にし、それらをそのそれぞれの出力を供給するようにいかに制御するのかに従って、触覚マッピングロジック 118 は、処理した情報を触覚アクチュエーター 124、聴覚デバイス 326 及び視覚ディスプレイ 428 の 1 つ又は複数に伝達する。この実施形態では、視覚ディスプレイ 428 は、ハンドル 102 の背部領域にある液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display: LCD) スクリーンである。視覚ディスプレイ 428 を用いて、インピーダンス情報及び / 又は RF 電源 114 の動作状態を表示することができる。

【0042】

一実施形態では、超音波トランスデューサー (不図示) を器具 100 の先端 108 に連結することができ、視覚ディスプレイ 428 は、必要に応じて器具を位置付けするのに外科医を支援するために超音波画像情報を示すように構成されることができる。視覚ディスプレイ 428 はタッチスクリーンを含むことができ、タッチスクリーンは、術者に情報を提示するように構成されることができ、また、術者がタッチスクリーンの特定の部分を押ししたときを感知するようにも構成されることができる。このようにして、タッチスクリーンは、グラフィック提示能力を有するタッチ可能なユーザーインターフェースとして作用することができる。視覚ディスプレイ 428 は、外科医が種々のフィードバックプロファイルを選択し、センサーの挙動を調整し、補足情報を変更する等を可能にする、グラフィカルユーザーデバイスを含むことができる。

【0043】

図 4 の実施形態によれば、外科用器具 400 のハンドル部 402 は 1 つ又は複数のボタン 432 をさらに含むことができる。ボタン 432 は、術者に与えるフィードバックの性質を術者に制御させることを可能にする任意の適した機構を用いて構成されることができる。ボタン 432 は、特定のレベル、強度若しくは振幅を調整させるか、又は術者に提示される出力に関して特定の選択を行わせることを可能にするデバイスを含むことができる。幾つかの実施形態では、ボタン 432 は、モーメンタリートグルスイッチ等のスイッチとして構成されることができ、センサーの情報がマッピングされるか又は各出力デバイスに提供される種々のやり方を術者が選択することを可能にする。ボタン 432 は、ロック

ースイッチ又は一次元制御面として実装されることができる。

【 0 0 4 4 】

ボタン 4 3 2 の一機能によれば、術者は、感知された信号に基づいて、出力信号をそれぞれの出力デバイスに供給するかどうかを制御することによって 1 つ又は複数の出力機構を動作可能又は動作不能にすることができる。ボタン 4 3 2 の別の機能は、1 つ又は複数の出力機構を動作可能にする能力を含む。これに関して、術者は、フィードバックを視覚式に提示し、聴覚式に提示し、かつ / 又は触覚式に提示するのか、また、いかに提示するのかを制御することができる。外科医の好みに合わせたフィードバックにより、器具がフィードバックを与えることでより良好な手術及び作業のために術者の経験を補うことができる。

10

【 0 0 4 5 】

本発明の実施形態が、術者によって操作することができる任意のタイプの器具に関することは、当業者には明らかであろう。より詳細には、本開示に記載の器具は、該器具の遠位部を機械的に制御するハンドル部を含む。

【 0 0 4 6 】

本発明の実施形態によれば、デバイスの遠位端の体内組織接触要素、及び触覚フィードバックシステムは、制御システムの動作状態に関するインピーダンス情報又は関連情報を抽出するように全体として機能することができ、インピーダンス情報又は関連情報はその後、触覚フィードバック、聴覚フィードバック及び / 又は視覚フィードバックとして術者に伝達される。開示されている実施形態は腹腔鏡手術用の器具であるが、器具の先端の体内組織接触要素から検出された情報をカテーテルハンドルに伝達し返すことができる血管カテーテル法又は他のカテーテル法におけるような腹腔鏡手術用ではない他の実施形態を用いることもできる。さらに、内視鏡検査処置の場合、可撓性の内視鏡の体内組織接触要素から検出された情報を内視鏡ハンドルに伝達し返すことができる。例えば、遠隔地の医師が定期的な外診を行い、かつ / 又は切開外科用器具を用いるために、遠隔手術又は遠隔提示に他の実施形態を用いることができる。

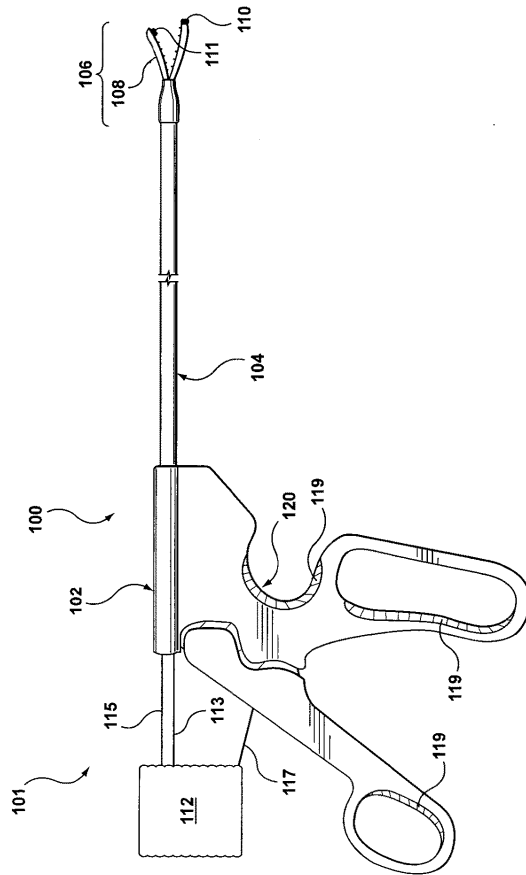
20

【 0 0 4 7 】

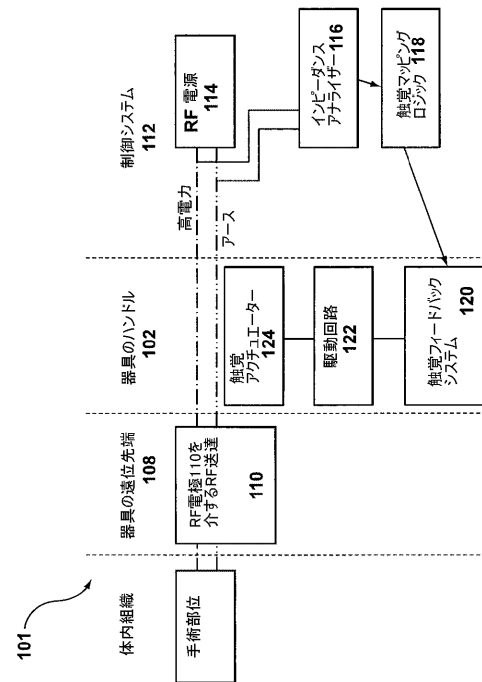
本発明による種々の実施形態を上述してきたが、それらの実施形態は説明及び例示としてのみ提示しているのであって限定でないことを理解されたい。本発明の精神及び範囲から逸脱することなく本発明において形態及び詳細の種々の変更を行うことができることは、関連技術の当業者には明らかであろう。したがって、本発明の範囲は、上述の例示的な実施形態のいずれかによって限定すべきではなく、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物によってのみ規定されるべきである。本明細書において論じた各実施形態の各特徴及び本明細書に引用した各参照文献の各特徴は、任意の他の実施形態の特徴と組み合わせて用いることができることも理解されるであろう。本明細書において論じた特許及び刊行物は全て、それらの全体が本明細書に参照により援用される。

30

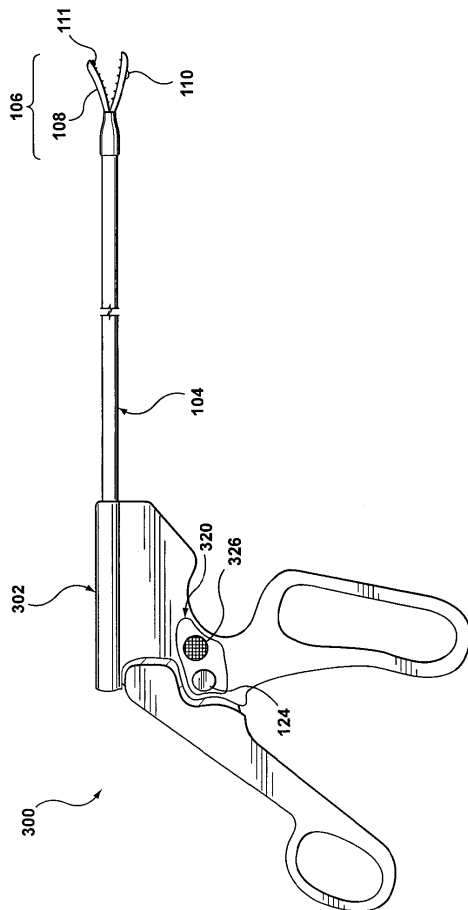
【図 1】



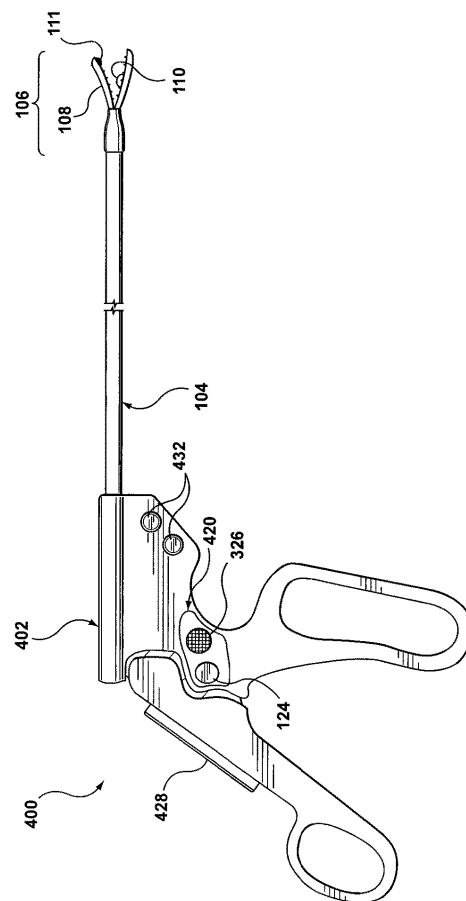
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100120064

弁理士 松井 孝夫

(74)代理人 100154162

弁理士 内田 浩輔

(72)発明者 クリストファー ジェー . ウルリッヒ

アメリカ合衆国 9 3 0 0 3 カリフォルニア , ヴェンチュラ , パロマレス アヴェニュー 2 2
7

(72)発明者 ペドロ グレゴリオ

カナダ エッチ 4 エッチ 2 エッチ 6 ケベック , ヴェルダン , ダンヴァー クレッセント 7 3
5 3

F ターム(参考) 4C160 JJ17 KK03 KK04 KK22 KK25 KK30 KK63 KK70 KL03 KL06

KL10

【外国語明細書】

[Title of The Invention]

ELECTROSURGICAL TOOL HAVING TACTILE FEEDBACK

[Technical Field]

The invention generally relates to surgical tools for treating tissue, wherein information related to the tissue treatment is processed and displayed to a user in one or more feedback modes integrated onto a handle of the tool.

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION

This application claims the benefit of U.S. Appl. No. 61/373,009 filed August 12, 2010, which is hereby incorporated by reference in its entirety.

[Background Art]

As opposed to open surgery in which a surgeon cuts a relatively large incision in the skin of a patient for accessing internal organs, minimally invasive surgical procedures are performed by making relatively small incisions and then inserting tools through the incisions to access the organs. Minimally invasive surgery usually results in shorter hospitalization times, reduced therapy requirements, less pain, less scarring, and fewer complications.

Although minimally invasive surgical procedures involving small incisions include many advantages over open surgery, minimally invasive surgery can still create challenges to a surgeon. For example, the surgeon must typically rely on a miniature camera introduced through an incision to view the patient's internal organs and see how the movement and operation of the tools affects the organs. The camera transmits images to a visual display, allowing the surgeon to see the internal organs and tissues and to see the effect of other minimally invasive tools on the organs and tissues. In this way, the surgeon is able to perform laparoscopic surgery, dissection, cauterization, endoscopy, telesurgery, and the like.

Compared to open surgery, however, minimally invasive surgery presents limitations in visual and haptic perceptions, and creates challenges unique to this type of surgery. One of the major concerns is the potential for tissue damage, possibly caused by inappropriate use of force or excessive application of energy/heat. For example, electrosurgical tools operate by stimulating tissue with a high frequency electric current. The frequency of the current controls the action of the tool, which can include heating, ablating/cauterizing, sealing, and/or dissecting. In a minimally invasive procedure, surgeons must rely on experience and indirect visualization to determine when the tissue is dissected, sealed, ablated or when other changes have occurred in the tissue. Based on the foregoing, there is a need for improved minimally invasive surgical tools and in particular, there is a need for minimally invasive surgical tools having improved feedback related to the surgical procedure.

[Summary of The Invention]

One of the objects of the invention is to provide improved minimally invasive surgical tools, particularly to provide minimally invasive surgical tools having improved feedback related to the surgical procedure.

According to one aspect of the invention, there is provided a surgical tool which includes a handle, an electrical tissue contact element operable to ablate tissue mounted on a distal portion of the tool, wherein the distal portion is connected to the handle via a shaft, a power source electrically connected to the tissue contact element, an impedance analyzer electrically connected to the tissue contact element, wherein the impedance analyzer receives impedance measurement signals from the tissue contact element and calculates tissue impedance, a tactile mapping logic electrically connected to the impedance analyzer, wherein the tactile mapping logic receives calculated impedance information from the impedance analyzer and processes the information into signal commands, and a feedback system

including one or more haptic actuators coupled to the handle and electrically connected to the tactile mapping logic, wherein the tactile mapping logic communicates the signal commands to the feedback system and the feedback system uses the signal commands to generate haptic feedback relating to the calculated impedance information to the handle.

According to one aspect of the invention, there is provided a method of providing feedback to a user during an ablation surgical procedure. The method comprises monitoring impedance of tissue during the ablation surgical procedure via a radiofrequency electrode mounted on a distal portion of a surgical tool, processing the impedance information to determine the formation of a transmural lesion, and communicating haptic feedback to a handle of the surgical tool, wherein the haptic feedback informs a user of the formation of a transmural lesion.

According to one aspect of the invention, there is provided a surgical apparatus which comprises a surgical tool having a tissue contact element mounted on a distal portion thereof; a control system electrically connected to the tissue contact element, wherein the control system receives impedance measurement signals from the tissue contact element, calculates tissue impedance, and processes the calculated impedance information into signal commands; and a feedback system including one or more haptic actuators coupled to a handle of the surgical tool and electrically connected to the controller, wherein the control system communicates the signal commands to the feedback system and the feedback system uses the signal commands to generate haptic feedback to the handle.

[Brief Description of the Drawings]

FIG. 1 is a diagram illustrating a side view of a surgical tool system including a laparoscopic surgical tool

and an external control system according to an embodiment hereof.

FIG. 2 is a block diagram of the surgical tool system of FIG. 1.

FIG. 3 is a diagram illustrating a side view of a surgical tool system having haptic and audio feedback mechanisms, according to an embodiment hereof.

FIG. 4 is a diagram illustrating a side view of a surgical tool system having haptic, audio, and visual feedback mechanisms, according to another embodiment hereof.

[Configuration to Work The Invention]

The foregoing and other features and advantages of the invention will be apparent from the following description of embodiments hereof as illustrated in the accompanying drawings. The accompanying drawings, which are incorporated herein and form a part of the specification, further serve to explain the principles of the invention and to enable a person skilled in the pertinent art to make and use the invention. The drawings are not to scale.

Specific embodiments of the present invention are now described with reference to the figures, wherein like reference numbers indicate identical or functionally similar elements. The terms "distal" and "proximal" are used in the following description with respect to a position or direction relative to the treating clinician. "Distal" or "distally" are a position distant from or in a direction away from the clinician. "Proximal" and "proximally" are a position near or in a direction toward the clinician.

The following detailed description is merely exemplary in nature and is not intended to limit the invention or the application and uses of the invention. Furthermore, there is

no intention to be bound by any expressed or implied theory presented in the preceding technical field, background, brief summary or the following detailed description.

Embodiments hereof relate to a surgical tool system 101 that includes a laparoscopic surgical tool 100 for heating, ablating/cauterizing, sealing, and/or dissecting tissue, a control system 112 for monitoring impedance of the tissue during treatment thereof, and a tactile feedback system 120 integrated into tool 100 that generates relevant feedback from control system 112 in at least the form of haptic effects to the user. The tactile feedback provided by feedback system 120 alerts the tool user of changes in tissue properties, *i.e.*, when impedance of the tissue indicates that the treatment procedure is complete. In addition, as will be explained in more detail herein, the tactile feedback provided by feedback system 120 may supply information relating to the operating status of control system 112 to the user.

FIG. 1 illustrates an embodiment of an exemplary surgical tool system 101. In this embodiment, surgical tool 100 is shown as a laparoscopic tool which is configured to be inserted through trocar or other minimally invasive access port. Surgical tool 100 includes a handle 102, a shaft 104, and a distal portion 106. Distal portion 106 includes a tip 108. As shown, tip 108 is a grasper or gripper. However, it should be understood that distal portion 106 may include any suitable type of tip having any suitable functionality. Laparoscopic tools in general, like tool 100, are typically thin instruments that each have varied functions (e.g., grippers/graspers, scissors, clip appliers, hook cautery, etc.) and that can be introduced by the surgeon into the abdomen or other areas of the body through trocars, which are hollow tubes with a rubber seal to keep CO₂ from leaking.

Shaft 104 is designed to connect handle 102 to distal portion 106 and to communicate mechanical actions of handle 102

to distal portion 106. More particularly, the motion of handle 102 opens and closes grasper tip 108 through an internal mechanical connector (not shown) that runs from handle 102 to grasper tip 108. According to some examples of the embodiment of FIG. 1, shaft 104 may be about 20 cm to 30 cm in length and tip 108 may be about 10 mm to 15 mm in length. In addition the shaft 104 is typically 5 mm in diameter, although tools with 3mm, 10mm and 12mm diameters are also commonly used. By manipulating handle 102, an operator can insert distal portion 106 into the abdomen of the patient and control tip 108 of distal portion 106.

Surgical tool 100 includes at least one electrical tissue contact element 110 coupled to and mechanically integrated with tip 108. Tissue contact element 110 is capable of applying heat supplied from a power source 114 of control system 112 to tissue. In one embodiment, tissue contact element 110 is a radiofrequency (RF) electrode for heating, ablating, sealing, and/or dissecting tissue and power source 114 is a radiofrequency (RF) generator. The RF electrode may have any suitable configuration capable of creating an ablative lesion within tissue, including but not limited to a flat electrode, a ring electrode, a hook electrode, or a dome-shaped electrode. Tissue contact element 110 may be coupled to the distal end of the grasper as shown in FIG. 1, to the bottom or outer surface of the grasper as shown in FIG. 3, to an interior surface within jaws of the grasper as shown in FIG. 4, or any other location on the grasper that is deemed appropriate. When distal portion 106 is inserted, the surgeon can manipulate handle 102 to control the location and orientation of tip 108 such that tissue contact element 110 is able to contact certain regions of the patient.

Embodiments hereof are described with respect to an electrosurgical tool having a radiofrequency (RF) electrode for heating, ablating, sealing, and/or dissecting tissue and a radiofrequency (RF) generator for supplying energy thereto.

However, it should be understood by those of ordinary skill in the art that power source 114 may generate other types of energy for heating or ablating tissue including electrical energy, ultrasonic energy, cryoablation energy, etc., and in each case, tissue contact element 110 would be a suitable corresponding component to apply the type of energy to tissue. Further, when utilized in conjunction with alternative types of energy, control system 112 may monitor other suitable tissue, system, and/or operating properties rather than impedance to indicate when the treatment procedure is complete.

Surgical tool 100 further includes a common or indifferent reference electrode 111 that is separately disposed from tissue contact element or RF electrode 110. As shown, surgical tool 100 is a bipolar tool and a complete electrical circuit is formed between RF power source 114, electrodes 110 and 111, and the tissue extending between electrodes 110 and 111, with the tissue between electrodes 110 and 111 having an in-circuit impedance that may be monitored to indicate tissue changes as described in more detail herein.

Reference electrode 111 may be coupled to and mechanically integrated with tip 108 at a location spaced apart from RF electrode 110. However, as will be apparent to those of ordinary skill in the art, surgical tool 100 may be a monopolar tool in which the reference electrode is a skin patch electrode or grounding plate positionable outside the patient's body (not shown). In a monopolar embodiment, current and/or voltage flows from power source 114, through tissue contact electrode 110, and into the grounding plate or reference electrode exterior to the patient. As such, although tool 100 is illustrated with only one tissue contact element 110, it will be apparent to those of ordinary skill in the art that multiple tissue contact elements may be coupled to the distal end of tool 100. The same current and/or voltage flows through each tissue contact element and into the grounding plate or reference electrode 111 exterior to the patient.

Electrodes 110, 111 are electrically connected to control system 112 via two electrically conductive leads 113, 115, respectively, that extend through at least one lumen (not shown) of shaft 104. Electrodes 110, 111 may be fixedly attached to the distal ends of the two electrically conductive leads by any suitable means. For example, the electrodes may be attached via welding, soldering, by the use of an electrically conductive adhesive, by the addition of a connecting element there between, or by another mechanical method. Although shown with two leads 113, 115 extending through shaft 104, it will be understood by those of ordinary skill in the art that two leads are only required for bipolar tools having tissue contact element 110 and reference electrode 111 integrated onto distal portion 106 of tool 100. Conversely in a monopolar tool, only one lead is required to run through shaft 104 for connecting control system 112 to one or more tissue contact elements, while an external lead or ground line is connected the grounding plate or reference electrode exterior to the patient.

FIG. 2 is a block diagram of surgical tool system 101, further illustrating the relationship between the main components of surgical tool system 101. More particularly, control system 112 includes power source 114, an impedance analyzer 116 for continuously measuring the electrical impedance between RF electrode 110 and reference electrode 111, and a controller or tactile mapping logic 118 configured to process impedance information from impedance analyzer 116 onto tactile feedback signals or commands.

The tactile feedback signals are communicated from control system 112 to haptic feedback system 120 on handle 102 of tool 100. Lead 113 electrically connects power supply 114 and RF electrode 110 in order to supply RF power thereto, while lead 115 electrically connects impedance analyzer 116 and reference electrode 111 to communicate impedance measurements between electrodes 110, 111, which preferably include impedance

measuring capabilities as will be described in more detail herein. A third lead or tether 117 electrically connects tactile mapping logic 118 to haptic feedback system 120 in handle 102 of tool 100 to control or actuate haptic effects thereto. A fourth lead (not shown) may also be provided between control system 112 and handle 102 to provide an isolated ground line for a low voltage actuator circuit located in handle 102, described in more detail herein.

In one embodiment, power source 114, impedance analyzer 116, and tactile mapping logic 118 are combined into an integral, external component that is separated from surgical tool 100 and is electrically connected to electrodes 110, 111 and haptic feedback system 120 via internal or external wires. Stated in another way, all of the components of control system 112 may be in the same external instrumentation unit. However, in another embodiment, power source 114, impedance analyzer 116, and/or tactile mapping logic 118 may be separate external components that are electrically connected together. In yet another embodiment, one or more of power source 114, impedance analyzer 116, and tactile mapping logic 118 may be mounted within or on handle 102 of surgical tool 100 and are electrically connected to electrodes 110, 111 and haptic feedback system 120 via only internal wires.

Power source 114 generates a current sufficient to heat, ablate, seal, and/or dissect tissue. The current is alternating current and may be of any suitable power level and frequency to heat, ablate, seal, and/or dissect tissue as desired. In one embodiment, power source 116 may be a RF power generator manufactured by Pfizer Valley Lab of Boulder, CO, which is capable of providing a high output power between 100 W - 200 W. For example, power source 116 may generate 100 W at 50 kHz for ablation, although the frequency and power thereof may be varied during the procedure to allow for ablation, cautery, tissue specificity, etc. In addition, power source 114 generates a harmless electric current through lead 110 to

allow for the measurement of impedance, as will be described in further detail below. The current is an alternating current (AC) and the selected alternating frequency may be in the range of 1 kHz to 500 kHz or other suitable frequencies known to those of skill in the art of bioelectric impedance. For example, a current of 2 microamperes at 50 KHz may be used.

Power source 114 and impedance analyzer 116 work together in order to continuously measure impedance of the target tissue in real time. Real-time impedance measurement permits the user to gauge the completeness, *i.e.*, degree of transmural, of the heat, ablation, sealing, or dissection treatment. Specifically, ablation aims to kill cells at an ablation site while leaving the basic structure of the tissue intact and a transmural lesion that extends through the thickness of the tissue blocks electrical signals because it is non-conductive scar tissue. The ability of the lesion to block electrical signals may be accurately indicated by monitoring the impedance of tissue, which can be measured simultaneously with the creation of the lesion. Accordingly, impedance may be monitored to indicate when ablation is complete and transmural. Monitoring impedance at or adjacent to the ablation site and determining completeness of the treatment can be determined according to any criteria. For example, the detection of a particular value of electrical impedance is disclosed in U.S. Patent Nos. Pat. No. 5,540,681 to Struhl, et al.; the detection of a desired drop in electrical impedance at the electrode site as an indicator of transmural is disclosed in U.S. Pat. No. 5,562,721 to Marchlinski et al; the detection of an impedance rise or an impedance rise following an impedance fall are disclosed in U.S. Pat. No. 5,558,671 issued to Yates and U.S. Pat. No. 5,540,684 issued to Hassler; the detection of a series of impedance measurements that are relatively constant over a desired period of time or over a defined number of successive impedance measurements or an abrupt rise in impedance as an indicator of transmural is

disclosed in U.S. Pat. Pub. 2005/0090815 to Francischelli et al., the disclosures of which are each hereby incorporated by reference in their entirety.

As tool 100 heats, ablates, seals, or dissects tissue via tissue contact element 110, power source 114 generates an AC current between electrodes 110, 111 via two electrically conductive leads 113, 115 that extend between control system 112 and electrodes 110, 111, respectively. While current is flowing, impedance analyzer 116 measures a corresponding resistance between electrodes 110, 111 via two electrically conductive leads 113, 115. Impedance analyzer 116 then arithmetically converts the resistance to an impedance measurement. In order to measure impedance, impedance analyzer 116 may include logic resources, such as a microprocessor, configured to analyze and store impedance information derived from electrodes 110, 111. For example, impedance analyzer 116 may include a voltage-current converting circuit, an amplifying circuit, an A/D converting circuit, and an impedance arithmetic operation section.

Impedance may thus be measured between the ablation electrodes or alternatively, between additional electrodes (not shown) located adjacent the ablation electrodes as described in U.S. Patent No. 5,558,671, herein incorporated by reference in its entirety. In yet another embodiment, impedance may be measured between electrodes 110, 111 via impedance analyzer 116 built into the RF generator and in addition, secondary additional sensor(s) may be located adjacent the ablation electrodes for monitoring tissue properties during heating, ablating, sealing, and/or dissecting. Measurements from the secondary sensor(s) may be utilized to reinforce or supplant the impedance measurements produced by impedance analyzer 116.

Control system 112 further includes controller or tactile mapping logic 118 that processes the impedance information derived from electrodes 110, 111 according to

specific algorithms and operator selections. Tactile mapping logic 118 may be a general-purpose or specific-purpose processing device or microcontroller. In one embodiment, tactile mapping logic 118 may be associated with a memory device (not shown) for storing data and/or instructions. The memory device can be any type of storage device or computer-readable medium, such as random access memory ("RAM") or read-only memory ("ROM"). The memory device stores logical instructions, commands, and/or code executed by tactile mapping logic 118. The memory device may also be located internal to control system 112, or any combination of internal and external memory. In another embodiment, logical instructions, commands, and/or code can be implemented in hardware and incorporated in tactile mapping logic 118 using discrete logic circuitry, an application specific integrated circuit ("ASIC"), a programmable gate array ("PGA"), a field programmable gate array ("FPGA"), etc., or any combination thereof. In yet another embodiment, logical instructions, commands, and/or code can be implemented in both hardware in tactile mapping logic 118 and software/firmware stored in the memory.

Tactile mapping logic 118 is configured to map sensed/calculated impedance values onto tactile feedback signals or commands. Mapping may include a function or lookup table, or may include a more complex algorithm and, if necessary, a finite state machine. Tactile mapping logic 118 determines what haptic effects are to be played and the order in which the effects are played in response to the sensed/calculated impedance values. Tactile mapping logic 118 outputs control signals to haptic feedback system 120 coupled to handle 102 to provide feedback information to an operator when performing a procedure. In general, high-level parameters that define a particular haptic effect include magnitude, frequency and duration. Low-level parameters such as pulse width modulation may also be used to determine a particular haptic effect.

In one embodiment, the formation of a transmural lesion may be associated with an impedance change of 10 ohms. A corresponding lookup table may be represented as follows:

Impedance Change (ohm)	Haptic Amplitude (V)
0	0
2	0
4	0
6	1
8	2.5
10	5

The above example is of a straightforward and non-complex lookup or function table to map sensed/calculated impedance values onto tactile feedback signals or commands provides increasing feedback to the surgeon as the lesion forms. Other lookup functions are possible and may be user-selectable and/or may be utilized to communicate other types of information to the user in the form of haptic effects. The other types of information that may be communicated include operating parameters of control system 112, such as but not limited to the frequency or power settings in the RF generator, as will be described in more detail herein.

Haptic feedback system 120 includes at least an actuator drive circuit 122 (shown in FIG. 2) which is coupled to a haptic actuator 124 (also shown as FIG. 2) for providing haptic feedback to the operator. In order to provide feedback to the operator, haptic feedback system 120 is electrically connected to control system 112. In one embodiment, in order to

communicate commands from tactile mapping logic 118 to haptic actuator 124, impedance analyzer 116 provides a motor voltage along lead or tether 117 to handle 102 of tool 100. As such, tactile mapping logic 118 outputs control signals to drive circuit 122 which includes electronic components and circuitry used to supply haptic actuator 124 with the required electrical current and voltage to cause the desired haptic effects. As mentioned above, a fourth lead (not shown) may also be provided between control system 112 and handle 102 to provide an isolated ground line for a drive circuit 122 in handle 102 such that tactile mapping logic 118 communicates with haptic feedback system 120 via an isolated DC voltage line having two conductors. In one embodiment, haptic actuator 124 is a vibrotactile device that generates vibrations on handle 102 for haptic feedback. Other types of haptic feedback may be generated and provided to the user, including kinesthetic feedback (e.g., active and resistive force feedback), handle deformation, and/or other types of tactile feedback such as texture and heat.

As shown in FIG. 1, multiple haptic actuators may be incorporated in handle 102 at several locations 119 for providing haptic effects to the fingers and thumb of a hand of the surgeon. Haptic actuators 124 may include electromagnetic motors, eccentric rotating mass ("ERM") actuators in which an eccentric mass is moved by a motor, linear resonant actuators ("LRAs") in which a mass attached to a spring is driven back and forth, shape memory alloys, electro-active polymers that deform in response to signals, mechanisms for changing stiffness, vibrotactile actuators, inertial actuators, piezoelectric actuators, or other suitable types of actuating devices. In one embodiment, haptic actuator 124 can be implemented as an inertial actuator to provide vibrotactile feedback to the operator. In another embodiment, kinesthetic haptic feedback may utilize, for example, solenoids to change the stiffness/damping of handle 102, small air bags that change size in handle 102, or shape changing materials. A detailed

description of possibly haptic actuators suitable for use herein may be found in U.S. Patent Application 11/862,639 (attorney docket IMM274), filed September 28, 2007, herein incorporated by reference in its entirety.

In one embodiment, tactile feedback system 120 alerts the tool user of changes in tissue properties, *i.e.*, when the impedance of the tissue indicates that the treatment procedure is complete. For example, haptic effects provided by tactile feedback system 120 may include a vibrotactile alert when the tissue has reached a target or predetermined impedance value and/or a kinesthetic barrier on the trigger of handle 102 as the impedance approaches the target impedance value.

In another embodiment, tactile feedback system 120 supplies information relating to the operating status of control system 112 to the user and/or may be utilized to control the behavior of the tool. For example, haptic effects provided by tactile feedback system 120 may provides information about the status of power source 114. For example, the frequency and amplitude settings of the RF generator/power source 114 may be mapped into a set of vibrotactile alerts to provide confirmation to the user that the generator is operating in a particular mode. As such, the surgeon would be able to "feel" that tool 100 is in the correct operating mode before engaging in electrosurgical activity. Further, the vibrotactile feedback may be varied or dynamic based on changing levels of frequency and amplitude of the RF generator during the surgical procedure. The variation of the vibrotactile feedback may be a change of amplitude, frequency, and/or duration.

In yet another embodiment, tactile mapping logic 118 may output command signals to power source 114. For example, when the impedance of the tissue indicates that ablation is complete, tactile mapping logic 118 may output a command signal to shut down power source 114, thereby preventing delivery of

additional energy to the tissue and controlling the behavior of tool 100.

Referring to FIG. 3, an embodiment incorporating two types or modes of feedback for the operator is shown. Specifically, haptic feedback system 320 provides both haptic and audio feedback via haptic actuator 124 and an audio device or speaker 326. Tactile mapping logic 118 communicates the processed information to one or more of haptic actuator 124 and audio device 326 according to which ones of these feedback mechanisms are enabled and how they are controlled to provide their respective outputs.

In one embodiment, feedback may be provided to the operator in a continuous manner as the operator performs the surgery. In another embodiment, feedback may be provided to the operator as an alert to notify or warn the operator when a particular condition is satisfied. Further, one type of feedback may be provided in a continuous manner while another type of feedback is provided as an alert. For example, audio feedback may be provided to the operator in a continuous manner while haptic feedback is provided to the operator as an alert. Continuous audio feedback may inform the operator of the distance of measured/calculated impedance values and a haptic alert may be generated when the measured/calculated impedance values indicate that ablation is complete and transmural.

Referring to FIG. 4, an embodiment incorporating three types or modes of feedback for the operator is shown. Specifically, haptic feedback system 420 provides haptic, audio, and visual feedback via haptic actuator 124, audio device or speaker 326, and visual display 428, respectively. Tactile mapping logic 118 communicates the processed information to one or more of haptic actuator 124, audio device 326, visual display 428 according to which ones of these feedback mechanisms are enabled and how they are controlled to provide their respective outputs. In this embodiment, visual display 428 is a liquid

crystal display (LCD) screen on a back region of handle 102. Visual display 428 may be used to display impedance information and/or the operating status of RF power source 114.

In one embodiment, an ultrasound transducer (not shown) may be coupled to tip 108 of tool 100 and visual display 428 may be configured to show ultrasound image information to assist the surgeon to position the tool as needed. Visual display 428 can include a touch screen, which can be configured to present information to the operator and can also be configured to sense when the operator presses certain portions of the touch screen. In this way, the touch screen can act as a touchable user interface with graphical presentation capabilities. Visual display 428 may include a graphical user device that enables the surgeon to select different feedback profiles, adjust sensor behavior, modify supplemental information, and the like.

According to the embodiment of FIG. 4, handle portion 402 of surgical tool 400 may further include one or more buttons 432. Buttons 432 can be configured using any suitable mechanism for allowing an operator to control the nature of the feedback that is provided to the operator. Buttons 432 may include devices for allowing certain levels, intensities, or amplitudes to be adjusted or certain selections to be made regarding the output presented to the operator. In some embodiments, buttons 432 may be configured as switches, such as momentary toggle switches, allowing an operator to select different ways in which sensor information is mapped or provided to respective output devices. Buttons 432 can be implemented as a rocker switch or as a one-dimensional control surface.

According to one function of buttons 432, the operator can enable or disable one or more output mechanisms by controlling whether or not output signals based on the sensed signals are provided to the respective output devices. Another function of buttons 432 includes the ability to enable one or more output mechanisms. In this regard, the operator can

control if and how feedback is presented in a visual, auditory, and/or haptic fashion. With feedback tailored to the surgeon's preferences, the tool can provide feedback to supplement the operator experience for better operation and performance.

It will be apparent to those of ordinary skill in the art that embodiments hereof relate to any type of tools that can be manipulated by an operator. More particularly, the tools described in the present disclosure include a handle portion that mechanically controls a distal portion of the tool.

According to embodiments hereof, a tissue contact element at a distal end of a device and a haptic feedback system may collectively function to extract impedance or pertinent information regarding the operating status of the control system that is subsequently communicated to the operator as haptic, audio, and/or visual feedback. Although embodiments disclosed are tools for laparoscopic surgery, other embodiments can be used for non-laparoscopic surgeries such as in vascular or other catheterization where information detected from a tissue contact element on the tool-tip can be communicated back to the catheter handle. Further, for endoscopy procedures, information detected from a tissue contact element on a flexible endoscope can be communicated back to the endoscope handle. Other embodiments can be used for telesurgery or telepresence in order to, for example, perform routine external examinations and/or utilize open surgical tools by a remote doctor.

While various embodiments according to the present invention have been described above, it should be understood that they have been presented by way of illustration and example only, and not limitation. It will be apparent to persons skilled in the relevant art that various changes in form and detail can be made therein without departing from the spirit and scope of the invention. Thus, the breadth and scope of the present invention should not be limited by any of the above-described exemplary embodiments, but should be defined

only in accordance with the appended claims and their equivalents. It will also be understood that each feature of each embodiment discussed herein, and of each reference cited herein, can be used in combination with the features of any other embodiment. All patents and publications discussed herein are incorporated by reference herein in their entirety.

1. A surgical tool comprising:

a handle;

an electrical tissue contact element operable to ablate tissue mounted on a distal portion of the tool, wherein the distal portion is connected to the handle via a shaft;

a power source electrically connected to the tissue contact element;

an impedance analyzer electrically connected to the tissue contact element, wherein the impedance analyzer receives impedance measurement signals from the tissue contact element and calculates tissue impedance;

a tactile mapping logic electrically connected to the impedance analyzer, wherein the tactile mapping logic receives calculated impedance information from the impedance analyzer and processes the information into signal commands; and

a feedback system including one or more haptic actuators coupled to the handle and electrically connected to the tactile mapping logic, wherein the tactile mapping logic communicates the signal commands to the feedback system and the feedback system uses the signal commands to generate haptic feedback relating to the calculated impedance information to the handle.

2. The surgical tool of claim 1, wherein the haptic feedback generated by the feedback system informs a user of the formation of a transmural lesion.

3. The surgical tool of claim 2, wherein the formation of a transmural lesion may be associated with a tissue impedance change of approximately 10 ohms.

4. The surgical tool of claim 2, wherein the feedback system generates a vibrotactile or kinesthetic alert upon the formation of a transmural lesion.
5. The surgical tool of claim 1, wherein the haptic feedback generated by the feedback system informs a user to operating parameters of the power source.
6. The surgical tool of claim 4, wherein the operating parameters include at least one of a frequency setting and an amplitude setting.
7. The surgical tool of claim 1, wherein the tactile mapping logic further communicates signal commands to the power source.
8. The surgical tool of claim 7, wherein the tactile mapping logic outputs a command signal to shut down power source upon formation of a transmural lesion.
9. The surgical tool of claim 1, wherein the haptic feedback generated by the feedback system includes at least one of vibratory feedback, kinesthetic feedback, texture feedback, and heat feedback.
10. The surgical tool of claim 1, wherein the feedback system uses the signal commands to further generate audio or visual feedback relating to the calculated impedance information.
11. The surgical tool of claim 1, wherein the feedback system is operable to provide feedback in a continuous manner.
12. The surgical tool of claim 1, wherein the feedback system is operable to provide feedback as an alert to notify the user when a particular condition is satisfied.

13. The surgical tool of claim 1, wherein the tissue contact element is a radiofrequency electrode and the power source is a radiofrequency generator.
14. The surgical tool of claim 1, wherein the power source, impedance analyzer, and tactile mapping logic are combined into an integral, external component that is spaced apart from the surgical tool.
15. The surgical tool of claim 1, wherein at least one of the power source, impedance analyzer, and tactile mapping logic are mounted within or on the handle.
16. The surgical tool of claim 1, wherein the tactile mapping logic utilizes a lookup table to process the calculated impedance information into signal commands.
17. The surgical tool of claim 1, wherein the tactile mapping logic utilizes an algorithm to process the calculated impedance information into signal commands.
18. A method of providing feedback to a user during an ablation surgical procedure, the method comprising the steps of:
 - monitoring impedance of tissue during the ablation surgical procedure via a radiofrequency electrode mounted on a distal portion of a surgical tool;
 - processing the impedance information to determine the formation of a transmural lesion; and
 - communicating haptic feedback to a handle of the surgical tool, wherein the haptic feedback informs a user of the formation of a transmural lesion.

19. The method of claim 18, further comprising the step of communicating haptic feedback relating to operating parameters to the handle of the surgical tool.
20. The method of claim 18, wherein the haptic feedback includes at least one of vibratory feedback, kinesthetic feedback, texture feedback, and heat feedback.
21. A surgical apparatus comprising:
- a surgical tool having a tissue contact element mounted on a distal portion thereof;
 - a control system electrically connected to the tissue contact element, wherein the control system receives impedance measurement signals from the tissue contact element, calculates tissue impedance, and processes the calculated impedance information into signal commands; and
 - a feedback system including one or more haptic actuators coupled to a handle of the surgical tool and electrically connected to the controller, wherein the control system communicates the signal commands to the feedback system and the feedback system uses the signal commands to generate haptic feedback to the handle.

[Abstract]

An object of the invention is to provide minimally invasive surgical tools having improved feedback related to the surgical procedure.

A surgical tool system including a laparoscopic surgical tool for heating, ablating, sealing, and/or dissecting tissue, a control system for monitoring impedance of the tissue during treatment thereof, and a tactile feedback system integrated onto a handle of the tool that generates relevant feedback from the control system in at least the form of haptic effects to the user. The tactile feedback alerts the tool user of changes in tissue properties, *i.e.*, when the impedance of the tissue indicates that the treatment procedure is complete. In addition, the tactile feedback provided may supply information relating to the operating status of the control system to the user.

[Representative Drawing]

Fig. 1

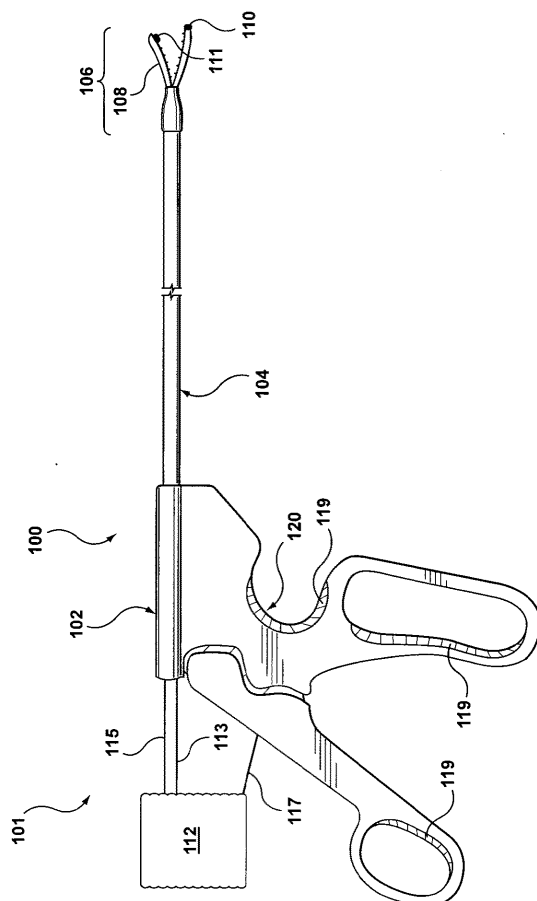


FIG. 1

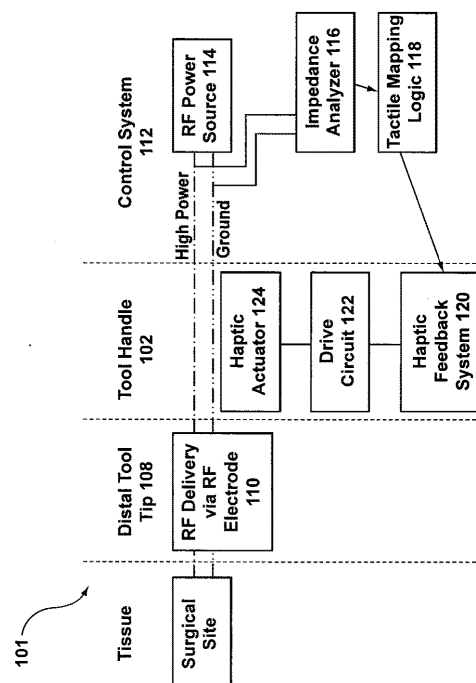
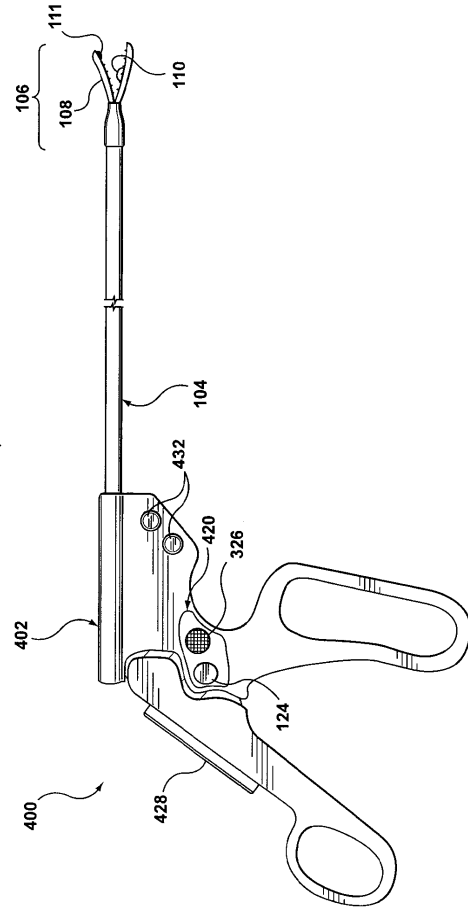
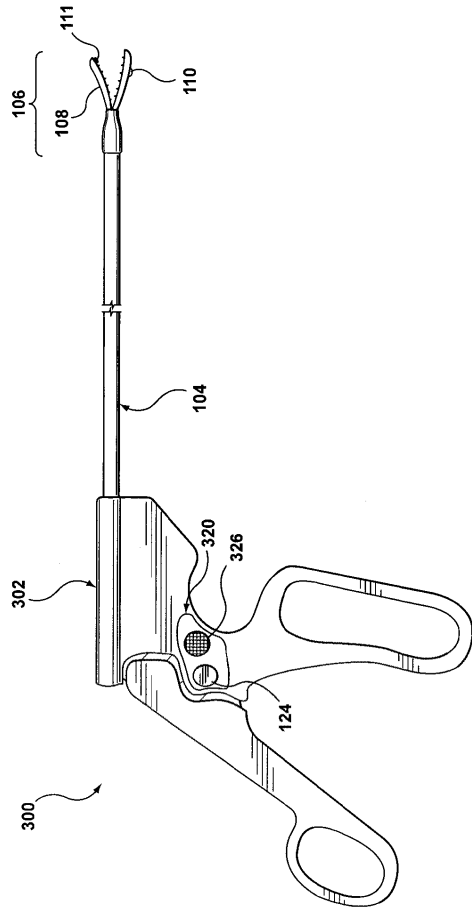


FIG. 2



专利名称(译)	具有触觉反馈的电外科器械		
公开(公告)号	JP2012040384A	公开(公告)日	2012-03-01
申请号	JP2011176680	申请日	2011-08-12
[标]申请(专利权)人(译)	伊梅森公司		
申请(专利权)人(译)	Immersion公司		
[标]发明人	クリストファージェーウルリッヒ ベドログレゴリオ		
发明人	クリストファー ジェー. ウルリッヒ ベドロ グレゴリオ		
IPC分类号	A61B18/12 A61B18/00		
CPC分类号	A61B18/12 A61B18/1206 A61B18/1442 A61B34/76 A61B2018/00303 A61B2018/00684 A61B2018/00875		
FI分类号	A61B17/39 A61B17/36.330 A61B17/00.700 A61B18/12 A61B18/14		
F-TERM分类号	4C160/JJ17 4C160/KK03 4C160/KK04 4C160/KK22 4C160/KK25 4C160/KK30 4C160/KK63 4C160/KK70 4C160/KL03 4C160/KL06 4C160/KL10		
代理人(译)	高桥诚一郎 松井 孝夫 内田浩介		
优先权	61/373009 2010-08-12 US		
其他公开文献	JP5474008B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种微创手术器械，其具有关于手术程序的改善的反馈。一种手术器械系统，包括：用于加热，消融，密封和/或切开身体组织的腹腔镜手术器械；用于在治疗身体组织期间监测身体组织的阻抗的控制系统；以及用于控制身体组织的阻抗的手术器械。包含在器械手柄中的触觉反馈系统，以至少一种触觉效果的形式从系统向用户产生相关的反馈。触觉反馈提醒设备的用户身体组织特性发生变化，即身体组织阻抗改变，表明治疗程序已完成。另外，所提供的触觉反馈可以向用户提供关于控制系统的操作状态的信息。[选型图]图1

